

AN: PAT 1982-P3104E  
TI: Electricity meter using capacitor charge transfer principle  
generates extra power-proportional pulses of much higher  
frequency than normal pulses from quantiser  
PN: **EP63306-A**  
PD: 27.10.1982  
AB: The electricity meter has a pulse multiplier containing a  
voltage comparator that compares the output of an integrator  
with several threshold voltages lying between two limits and  
equidistant. The comparator produces an output pulse when the  
integrator's output reaches a threshold voltage. The pulse  
multiplier also contains a threshold-voltage generator. When  
the integrator's output reaches one threshold, the next  
threshold is automatically switched to the comparator. The  
threshold-voltage generator has an up/down counter and an R/2R  
resistor network.;  
PA: (SIEI ) SIEMENS AG;  
IN: SCHWENDTNE M; STEINMULLE G;  
FA: **EP63306-A** 27.10.1982; DE3115522-A 04.11.1982;  
DE3262379-G 28.03.1985; DK8201683-A 07.03.1981;  
**EP63306-B** 20.02.1985; FI8200644-A 31.12.1982;  
NO8201218-A 08.11.1982; PT74761-A 18.01.1983;  
CO: AT; BE; CH; DE; DK; EP; FI; FR; GB; IT; LI; NL; NO; PT; SE;  
DR: AT; BE; CH; DE; FR; GB; IT; LI; NL; SE;  
IC: G01R-011/00; G01R-021/06; H03K-000/00;  
MC: S01-D02;  
DC: S01;  
PR: DE3115522 16.04.1981;  
FP: 07.03.1981  
UP: 28.03.1985

---



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen:  
㉔ Anmeldetag:  
㉕ Offenlegungstag:

P 31 15 522.7-35  
16. 4. 81  
4. 11. 82

㉑ Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

㉒ Erfinder:  
Schwendtner, Manfred, Dipl.-Ing., 8501 Schwarzenbruck,  
DE; Steinmüller, Günter, Ing.(grad.), 8500 Nürnberg, DE

DE 31 15 522 A 1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Nach dem Kondensatorumladeverfahren arbeitender elektronischer Elektrizitätszähler

Bei nach dem Kondensatorumladeverfahren arbeitenden elektronischen Elektrizitätszählern (A) werden dem Verbraucherstrom ( $I_R$ ,  $I_S$ ,  $I_T$ ) und der Verbraucherspannung ( $U_R$ ,  $U_S$ ,  $U_T$ ) proportionale Spannungssignale ( $u_{2R}$ ,  $u_{2S}$ ,  $u_{2Z}$ ;  $u_{1R}$ ,  $u_{1S}$ ,  $u_{1T}$ ) multipliziert (4, 5, 6) und die Produktsignale ( $P_R$ ,  $P_S$ ,  $P_T$ ) nach Addition (7) einem Quantisierer (8) zur Erzeugung eines Impulszuges mit leistungsproportionaler Frequenz ( $u_{14}$ ) zugeführt. Dieser Impulszug ( $u_{14}$ ) wird nach Frequenzumsetzung (17) einer Zählleinrichtung (18, 19) zugeführt. Der Quantisierer (8) besteht aus einem Polaritätsumschalter (9), einem Integrator (13) und einem Differenzwertglied (14), dessen Ausgangssignal ( $u_{14}$ ) den Polaritätsumschalter (9) steuert. Um eine hohe Meßgenauigkeit zu erreichen, muß bei einem derartigen Elektrizitätszähler die leistungsproportionale Frequenz des Impulszuges ( $u_{14}$ ) kleiner als die Netzfrequenz sein. Diese niedrige Frequenz kann für steuerungs- und regelungstechnische Zwecke einen Nachteil darstellen. Um eine höhere Frequenz für derartige Zwecke zu erhalten, ist eine Impulsvervielfacherschaltung (8) vorgesehen, die einen Spannungskomparator (22) zum Vergleich des Ausgangssignals ( $u_{13}$ ) des Integrators (13) mit mehreren zwischen den beiden vom Grenzwertglied (14) vorgegebenen Grenzwerten ( $G_1$ ,  $G_2$ ) liegenden Schwellwertspannungen ( $u_n$ ), die untereinander bezüglich des Spannungspegels äquidistant sind, aufweist. Der Spannungskomparator (22) liefert jeweils dann einen Ausgangsimpuls ( $u_n$ ), wenn das Ausgangssignal ( $u_{13}$ ) des Integrators (13) eine der Schwellwertspannungen ( $u_n$ ) erreicht.

(31 15 522)

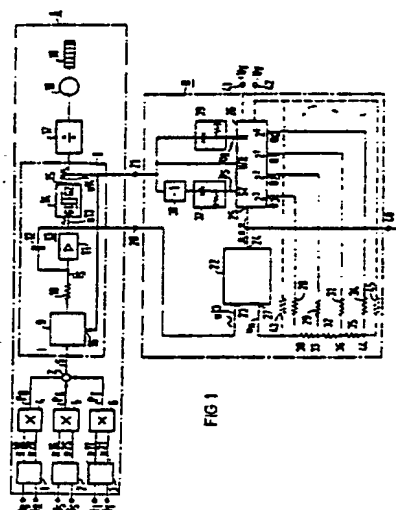


FIG 1

DE 31 15 522 A 1

Patentansprüche

1. Nach dem Kondensatorumladeverfahren arbeitender elektronischer Elektrizitätszähler zum Erfassen des Energieverbrauchs aus mindestens einer Phase eines elektrischen Netzes, bei dem der Phase ein Multiplizierglied zugeordnet ist, dem eingangsseitig strom- und spannungsproportionale Signale zugeführt sind und die leistungsproportionalen Ausgangssignale aller Multiplizierglieder zu einem Summensignal addiert sind, das einem aus einem Integrator und einem nachgeschalteten, einen oberen und einen unteren Grenzwert vorgebenden Grenzwertglied bestehenden Quantisierer zur Bildung eines Impulszuges mit leistungsproportionaler Frequenz zugeführt ist, wobei das Summensignal jeweils bei Erreichen eines Grenzwertes umgepolt wird, so daß das Ausgangssignal des Integrators ein zwischen den beiden Grenzwerten liegendes, im wesentlichen Dreiecksform aufweisendes Signal darstellt und wobei der Impulszug über einen Frequenzteiler ein Zählwerk für den Energieverbrauch speist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine Impulsvervielfacherschaltung (B) vorgesehen ist, die einen Spannungskomparator (22) zum Vergleich des Ausgangssignals ( $u_{13}$ ) des Integrators (13) mit mehreren, zwischen den Grenzwerten ( $G_1$ ,  $G_2$ ) liegenden Schwellwertspannungen ( $u_n$ ), die untereinander bezüglich des Spannungspegels äquidistant ( $\Delta u$ ) sind, aufweist, wobei der Spannungskomparator (22) jeweils dann einen Ausgangsimpuls ( $1, 2, \dots, 32$ ;  $u_p$ ) liefert, wenn das Ausgangssignal ( $u_{13}$ ) des Integrators (13) eine der Schwellwertspannungen ( $u_0$ ,  $u_1$ ,  $u_{15}$ ) erreicht.
2. Elektrizitätszähler nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Impulsvervielfacherschaltung (B) einen Schwellwertspannungsgeber (26, 28-32, 34, 35) aufweist, der an den einen Vergleichseingang (25) des Spannungskomparators (22) angeschlossen

ist, dessen anderer Vergleichseingang (23) mit dem Ausgang ( $u_{13}$ ) des Integrators (13) verbunden ist, wobei jeweils bei Gleichheit der an den Vergleichseingängen (23, 27) anstehenden Spannungen ( $u_{13}$ ,  $u_n$ ) durch den

5 Schwellwertspannungsgeber (26 bis 32, 34, 35) die jeweils nächstfolgende Schwellwertspannung ( $u_0$ ,  $u_1$ ,  $u_{15}$ ) vorgegeben wird.

3. Elektrizitätszähler nach Anspruch 2, d a d u r c h

10 g e k e n n z e i c h n e t , daß als Schwellwertspannungsgeber ein zählrichtungsumschaltbarer Vor-Rückwärts-Zähler (26) dient, dessen Zähleingang (25) mit dem Ausgang des Spannungskomparators (22) und dessen Binärausgänge ( $Q_0$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ ) über ein R/R2-Netzwerk (28 bis

15 32, 34, 35) mit dem einen Vergleichseingang (27) des Spannungskomparators (22) verbunden ist, wobei der Zählrichtungsumschalteingang (V/R) des Vor-Rückwärts-Zählers (26) mit dem Ausgang (15) des Grenzwertgliedes (14) verbunden ist.

20 4. Elektrizitätszähler nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Vor-Rückwärts-Zähler (26) jeweils dann, wenn das Ausgangssignal ( $u_{13}$ ) des Integrators (13) den unteren Grenzwert ( $G_2$ ) des Grenzwertgliedes (14) erreicht auf 0 zurückgesetzt wird und

25 jeweils dann, wenn das Ausgangssignal ( $u_{13}$ ) des Integrators (13) den oberen Grenzwert ( $G_1$ ) des Grenzwertgliedes (14) erreicht, auf den höchsten Zählwert gesetzt wird.

30 5. Elektrizitätszähler nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Ausgang des Grenzwertgliedes (14) über ein Differenzierglied (39) mit dem Rücksetzeingang (R) und über ein Invertierglied (38) sowie

35 ein nachgeschaltetes Differenzierglied (37) mit dem Setzeingang (SZ) des Vor-Rückwärts-Zählers (26) verbunden ist.

3115522

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

-3-

Unser Zeichen

VPA 81 P 402 9 DE

5 Nach dem Kondensatorumladeverfahren arbeitender elektronischer Elektrizitätszähler

Die Erfindung betrifft einen nach dem Kondensatorumladeverfahren arbeitenden elektronischen Elektrizitäts-  
10 zähler zum Erfassen des Energieverbrauchs aus mindestens einer Phase eines elektrischen Netzes, bei dem der Phase ein Multiplizierglied zugeordnet ist, dem eingangsseitig strom- und spannungsproportionale Signale zugeführt sind und die leistungsproportionalen Ausgangssignale aller  
15 Multiplizierglieder zu einem Summensignal addiert sind, das einem aus einem Integrator und einem nachgeschalteten, einen oberen und einen unteren Grenzwert vorgebenden Grenzwertglied bestehenden Quantisierer zur Bildung eines Impulszuges mit leistungsproportionaler Frequenz  
20 zugeführt ist, wobei das Summensignal jeweils bei Erreichen eines Grenzwertes umgepolt wird, so daß das Ausgangssignal des Integrators ein zwischen den beiden Grenzwerten liegendes, im wesentlichen Dreiecksform aufweisendes Signal darstellt und wobei der Impulszug über  
25 einen Frequenzteiler ein Zählwerk für den Energieverbrauch speist.

Ein derartiger Elektrizitätszähler ist aus der Zeitschrift "Technisches Messen atm", 1978, Heft 11, Seiten  
30 407 bis 411 in Form eines Drehstromzählers oder aus der DE-OS 27 47 385, Fig. 1 und zugehörigem Text, in Form eines einphasigen Wechselstromzählers bekannt. Hierbei wird das aus der Multiplikation zusammengehöriger strom- und spannungsproportionaler Signale resultierende Produkt-  
35 signal in einem Quantisierer integriert und so weiter verarbeitet, daß am Ausgang des Quantisierers ein Impulszug mit leistungsproportionaler Frequenz entsteht. Hierbei ist prinzipiell neben dem Kondensatorumladeverfahren auch das Ladungskompensationsverfahren anwendbar.

Spl 2 Ste / 13.04.1981

- 4 - VPA 81 P 4029 DE

Einer der wesentlichen Vorteile des Kondensatorumladeverfahren gegenüber dem Ladungskompensationsverfahren besteht darin, daß Offsetspannungen der vorgeschalteten elektronischen Funktionselemente ohne Einfluß auf die

5 Meßgenauigkeit bleiben. Allerdings muß bei diesem Verfahren die maximale Frequenz des Impulszuges kleiner als die Netzfrequenz sein, wenn die Fehlergrenzen - wie sie bei Präzisionszählern gefordert werden - eingehalten werden sollen. Beim Ladungskompensationsverfahren besteht

10 diese Einschränkung nicht, so daß dieses eine höhere Ausgangsfrequenz des Impulszuges ermöglicht.

Nachteilig wirkt sich die geringe maximale Impulsfrequenz beim Kondensatorumladeverfahren bei regelungstechnischen

15 Zwecken im Rahmen von Leistungsregelkreisen aus, da die Information über die momentane Leistung im zeitlichen Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Impulsen des Impulszuges liegt und damit für die zwischen zwei Impulsen liegende Zeitspanne keine aktuelle, für eine schnelle Leistungsregelung verwendbare Aussage über den Leistungsistwert zur Verfügung steht.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Elektrizitätszähler der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß zusätzlich zu dem vom Quantisierer abgegebenen

25 Impulszug an einem Meßausgang ein weiterer Impulszug mit ebenfalls leistungsproportionaler, jedoch erheblich höherer Frequenz zur Verfügung steht.

30 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Impulsvervielfachungsschaltung vorgesehen ist, die einen Spannungskomparator zum Vergleich des Ausgangssignals des Integrators mit mehreren, zwischen den Grenzwerten liegenden Schwellwertspannungen, die untereinander bezüglich des Spannungspegels äquidistant sind, aufweist,

35 wobei der Spannungskomparator jeweils dann ein Ausgangssignal liefert, wenn das Ausgangssignal des Integrators

- 5 -

VPA 81 P 4 0 2 9 DE

- eine der Schwellwertspannungen erreicht. Die Zahl der zusätzlichen Impulse entspricht der Zahl der zwischen den Grenzwerten liegenden Schwellwertspannungen. Der Spannungskomparator kann hierbei aus mehreren Einzel-
- 5 komparatoren bestehen, in denen jeweils eine sich von allen anderen Schwellwertspannungen unterscheidende Schwellwertspannung mit dem Ausgangssignal des Integrators verglichen wird. Die zusätzlichen Impulse entstehen sowohl während der Anstiegszeit des im wesentlichen
- 10 Dreiecksform aufweisenden Ausgangssignals des Integrators als auch während der Abstiegszeit dieses Ausgangssignals. Die untereinander bezüglich des Spannungspegels äquidistanten Schwellwertspannungen sind relativ zu den Extremwerten des im wesentlichen Dreiecksform aufweisen-
- 15 den Ausgangssignals des Integrators so angeordnet, daß die niedrigste Schwellwertspannung um die halbe Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schwellwertspannungen über dem Minimum des Ausgangssignals des Integrators und die höchste Schwellwertspannung um die Hälfte der Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schwellwertspan-
- 20 nungen unterhalb des Maximums dieses Signals zu liegen kommt. Damit ist gewährleistet, daß bei konstanter Leistungsentnahme aus dem elektrischen Netz alle Ausgangsimpulse des Spannungskomparators untereinander einen
- 25 gleichen zeitlichen Abstand aufweisen.

- Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß die Impulsvervielfacherschaltung einen Schwellwertspannungsgeber aufweist, der an den einen Vergleichs-
- 30 eingang des Spannungskomparators angeschlossen ist, dessen anderer Vergleichseingang mit dem Ausgang des Integrators verbunden ist, wobei jeweils bei Gleichheit der an den Vergleichseingängen anstehenden Spannungen durch den Schwellwertspannungsgeber die jeweils nächstfolgende
- 35 Schwellwertspannung vorgegeben wird. In diesem Fall wird für den Spannungskomparator nur ein einziges Vergleichsglied benötigt. Als Schwellwertspannungsgeber kann ein

15481

3115522

- 4 - 6 -

VPA 81 P 4029 DE

durch das Ausgangssignal des Spannungskomparators triggerbarer Treppenspannungsgenerator dienen.

- Bei einer bevorzugten Ausführungsform dient als Schwellwertspannungsgeber ein umschaltbarer Vor-Rückwärts-Zähler, dessen Zähleringang mit dem Ausgang des Spannungskomparators und dessen Binärausgänge über ein R/2R-Netzwerk mit dem einen Vergleichseingang des Spannungskomparators verbunden sind, wobei der Umschalteingang des Vor-Rückwärts-Zählers mit dem Ausgang des Grenzwertgliedes verbunden ist. Dies stellt einen sehr eleganten und außerordentlich aufwandsarmen Schwellwertspannungsgeber dar. Durch das an die Binärausgänge des Vor-Rückwärts-Zählers angeschlossene R/2R-Netzwerk entsteht am Vergleichseingang des Spannungskomparators ein stufenweise dem Zählerstand entsprechendes Analogsignal, dessen Spannungspegel jeweils bei Eingang eines Impulses am Zähleringang des Vor-Rückwärts-Zählers in untereinander gleichen Stufen erhöht wird.
- 20 Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß der Vor-Rückwärts-Zähler jeweils dann, wenn das Ausgangssignal des Integrators den unteren Grenzwert des Grenzwertgliedes erreicht, auf Null zurückgesetzt wird, und jeweils dann, wenn das Ausgangssignal des Integrators
- 25 den oberen Grenzwert des Grenzwertgliedes erreicht, auf den höchsten Zählwert gesetzt wird. Damit werden für jede Halbperiode des im wesentlichen Dreiecksform aufweisenden Ausgangssignales des Integrators definierte Anfangsbedingungen für die Schwellwertspannungen geschaffen.
- 30 Zur Ableitung der den Vor-Rückwärts-Zähler setzenden bzw. rücksetzenden Signale kann der Ausgang des Grenzwertgliedes über ein Differenzierglied mit dem Rücksetzeingang und über ein Invertierglied sowie ein nachgeschaltetes Differenzierglied mit dem Setzeingang des Vor-Rückwärts-Zählers verbunden sein.
- 35



Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in den Figuren 1 und 2 näher erläutert. Dabei zeigt:

5 Fig. 1 einen nach dem Kondensatorumladeverfahren arbeitenden elektronischen Elektrizitätszähler mit einer erfindungsgemäßen Impulsvervielfacherschaltung und

Fig. 2 ein Impulsdiagramm zur Erläuterung der Funktion der Impulsvervielfacherschaltung.

10

Der in dem gestrichelt eingezeichneten und mit A bezeichneten Rechteck enthaltene Schaltungsteil zeigt einen nach dem Kondensatorumladeverfahren arbeitenden Elektrizitätszähler, wie er aus der eingangs erwähnten Zeitschrift "Technisches Messen atm", 1978, Heft 11, Seiten 15 407 bis 411 bekannt ist. Hierbei handelt es sich um einen Drehstromzähler. Die den elektrischen Energieverbrauch im Drehstromnetz charakterisierenden Strom- und Spannungswerte  $U_R$ ,  $I_R$ ,  $U_S$ ,  $I_S$ ,  $U_T$  und  $I_T$  werden in den 20 Wandlern 1 bis 3 in proportionale Spannungssignale  $u_{1R}$ ,  $u_{2R}$ ,  $u_{1S}$ ,  $u_{2S}$ ,  $u_{1T}$  und  $u_{2T}$  gewandelt. Die jeweils einer Phase zugehörigen Signale, also beispielsweise die der Netzphase R zugehörigen spannungs- und stromproportionalen Signale  $u_{1R}$  und  $u_{2R}$ , werden in den Multiplizier- 25 gliedern 4 bis 6 zu den leistungsproportionalen Signalen  $P_R$ ,  $P_S$  und  $P_T$  verarbeitet. Als Multiplizierglieder 4 bis 6 dienen vorzugsweise Time-Division-Multiplizierer. Die die entnommene elektrische Leistung noch in den einzelnen Netzphasen R, S und T charakterisierenden Signale 30  $P_R$ ,  $P_S$  und  $P_T$  sind pulsierende Spannungen, deren zeitlicher Mittelwert proportional zu der den einzelnen Netzphasen entnommenen elektrischen Leistungen ist. In dem Addierglied 7 werden die Signale  $P_R$ ,  $P_S$  und  $P_T$  zu dem Summensignal S aufsummiert.

35

Im Falle eines einphasigen elektronischen Elektrizitätszählers, also eines Wechselstromzählers, ist nur ein

- 8 -

VPA 81 P 402 9 DE

Wandler und ein Multiplizierglied, also beispielsweise im Fall der Netzphase R der Wandler 1 und das Multiplizierglied 4, nötig. Das Addierglied 7 entfällt, so daß in diesem Fall das Signal  $P_R$  und das Summensignal S übereinstimmen.

Das Summensignal S ist dem Eingang des Quantisierers 8 zugeführt. Der Quantisierer 8 weist eingangsseitig einen steuerbaren Polaritätsumschalter 9 für das Summensignal, einen nachgeschalteten Widerstand 10 und einen aus einem Verstärker 11 und einem der Verstärker überbrückenden Integrationskondensator 12 bestehenden Integrator 13 sowie ein nachgeschaltetes Grenzwertglied 14 auf, wobei der Ausgang 15 des Grenzwertgliedes 14 den Ausgang des Quantisierers 8 bildet. Der Ausgang 15 des Grenzwertgliedes 14 ist darüber hinaus mit dem Steuereingang 16 des Polaritätsumschalters 9 verbunden.

Das Summensignal S wird in der einen Stellung des Polaritätsumschalters 9 nach Wandlung in einen Strom  $i_S$  im Integrator 13 aufintegriert, bis das Ausgangssignal  $u_{13}$  des Integrators 13 den oberen Grenzwert des Grenzwertgliedes 14 erreicht. In diesem Augenblick tritt ein Signalwechsel am Ausgang 15 des Grenzwertgliedes 14 auf, durch den am Steuereingang 16 des Polaritätsumschalters 9 die Polarität des Summensignals S am Ausgang des Polaritätsumschalters geändert wird. Damit fließt der Strom  $i_S$  am Eingang des Integrators 13 nunmehr in Gegenrichtung, so daß das Ausgangssignal  $u_{13}$  nunmehr absinkt, bis der untere Grenzwert G2 des Grenzwertgliedes 14 erreicht ist, worauf ein erneuter Signalwechsel am Ausgang 15 erfolgt. Durch diesen erneuten Signalwechsel wird am Steuereingang 16 des Polaritätsumschalters die ursprüngliche Polarität wieder hergestellt. Das Signal  $u_{13}$  am Ausgang des Integrators 13 weist daher im wesentlichen Dreiecksform auf und bewegt sich zwischen dem oberen Grenzwert G1 und dem unteren Grenzwert G2. Am Ausgang des Quantisierers 8 ent-

steht somit ein Impulszug u14 mit leistungsproportionaler Frequenz. Dieser Impulszug u14 wird im Frequenzteiler 17 soweit untersetzt, daß über einen Schrittmotor 18 ein Rollenzählwerk 19 betätigt werden kann. Das Rollenzählwerk 19 zeigt die den drei Netzphasen R, S und T von einem Verbraucher entnommene elektrische Energie an.

Ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Impulsvervielfacherschaltung ist in Fig. 1 mit B bezeichnet. Die Impulsvervielfacherschaltung B weist die Eingangsklemmen 20 und 21 auf, wobei an ersterer das Ausgangssignal u13 des Integrators 13 und an letzterer das Ausgangssignal u14 des Grenzwertgliedes 14 ansteht. Die Impulsvervielfacherschaltung B enthält einen Spannungskomparator 22, an dessen einem Eingang 23 das an der Eingangsklemme 20 anstehende Signal u13 geführt ist. Der Ausgang 24 des Spannungskomparators 22 ist mit dem Zähleingang 25 eines Vor-Rückwärts-Zählers 26 verbunden. Der Vor-Rückwärts-Zähler 26 weist im Ausführungsbeispiel vier Binärausgänge  $Q_0$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$  und  $Q_3$  mit den Wertigkeiten  $2^0$ ,  $2^1$ ,  $2^2$  und  $2^3$  auf. Damit kann der Vor-Rückwärts-Zähler 26 maximal 16 Impulse zählen und in binärer Form an seinen Binärausgängen  $Q_0$  bis  $Q_3$  ausgeben.

Die Binärausgänge  $Q_0$  bis  $Q_3$  sind über ein an sich bekanntes R/2R-Netzwerk mit dem anderen Eingang 27 des Spannungskomparators 22 verbunden. Hierbei ist der Binärausgang  $Q_3$  über den Widerstand 28 an den anderen Eingang 27 des Spannungskomparators 22 angeschlossen. Der Binärausgang  $Q_2$  ist über die Serienschaltung der Widerstände 29 und 30 an den anderen Eingang 27 angeschlossen. Der Binärausgang  $Q_1$  ist über die Serienschaltung der Widerstände 31 und 32 an den Verbindungspunkt 33 der Widerstände 29 und 30 angeschlossen. Der Binärausgang  $Q_0$  ist über die Serienschaltung der Widerstände 34 und 35 an den Verbindungspunkt 36 der Widerstände 31 und 32 angeschlossen. Dabei weisen die Widerstände 28, 29, 31 und 34

- 8 - <sup>-10-</sup>

VPA 81 P 4029 DE

- gleichen Widerstandswert auf, der doppelt so groß ist, wie der Widerstandswert der Widerstände 30, 32 und 35, die ebenfalls untereinander gleichgroße Widerstandswerte aufweisen. Die Widerstände 28, 29, 31 und 34 können
- 5 beispielsweise einen Widerstandswert von 200 kOhm besitzen, wohingegen die Widerstände 30, 32 und 35 einen Widerstandswert von 100 kOhm aufweisen. Durch dieses R2/R2-Netzwerk entsteht am anderen Eingang 27 ein analoges Spannungssignal  $u_n$ , dessen Wert stufenweise proportional zum Inhalt des Vor-Rückwärts-Zählers 26 ist.
- 10 Durchläuft der Vor-Rückwärts-Zähler 26 die Zahlenwerte zwischen 0 bis 15 in zeitlicher Folge, dann nimmt die Spannung  $u_n$  einen treppenförmigen Verlauf an.
- 15 Der Vor-Rückwärts-Zähler 26 ist bezüglich seiner Zählrichtung über den Eingang V/R in dem Sinn steuerbar, daß - wenn das an diesem Steuereingang V/R geführte Signal  $u_{14}$  H-Pegel aufweist - der Vor-Rückwärts-Zähler 26 die an seinem Zähleingang 25 anstehenden Impulse aufwärts zählt und daß - wenn das Signal  $u_{14}$  L-Pegel aufweist - eine Abwärts- oder Rückwärtszählung stattfindet.
- 20 Darüber hinaus weist der Vor-Rückwärts-Zähler 26 einen Setzeingang SZ auf. Tritt an diesen Setzeingang SZ ein geeigneter Impuls auf, dann wird der maximale Zählerstand von 15 am Vor-Rückwärts-Zähler 26 eingestellt, bei dem
- 25 alle Binärausgänge  $Q_0$  bis  $Q_3$  H-Pegel aufweisen. Darüber hinaus weist der Vor-Rückwärts-Zähler 26 einen Rücksetzeingang R auf, durch den bei Eingang eines geeigneten Impulses der Zählerstand 0 und damit L-Pegel an allen
- 30 Binärausgängen  $Q_0$  bis  $Q_3$  erzwungen wird. Zur Ableitung eines Setzimpulses ist der Setzeingang SZ über ein Differenzierglied 37 sowie ein Invertierglied 38 mit der Eingangsklemme 21 verbunden. Zur Gewinnung eines Rücksetzsignals ist der Rücksetzeingang R des Vor-Rückwärts-
- 35 Zählers 26 über ein Differenzierglied 39 ebenfalls mit der Eingangsklemme 21 verbunden. Damit werden sowohl das am Steuereingang V/R anstehende Zählrichtungssignal als

- 9 - 11 - VPA 81 P 4 0 2 9 DE

auch das Setz- bzw. Rücksetzsignal aus dem Signal  $u_{14}$  abgeleitet.

Die Ausgangsklemme der Impulsvervielfacherschaltung B  
5 ist mit dem Bezugszeichen 40 versehen und an den Ausgang 24 des Spannungskomparators 22 angeschlossen. Dieses Ausgangssignal  $u_p$  besteht aus einzelnen Impulsen, wobei zwischen jeweils zwei Signalen des Signals  $u_{14}$  jeweils 32 derartige Impulse auftreten. Damit ist gegen-  
10 über dem Ausgangssignal  $u_{14}$  des Quantisierers B eine Ver-  
zweiunddreissigfachung der Frequenz erreicht.

Der Vor-Rückwärts-Zähler 26 kann als C-MOS-Schaltkreis ausgeführt sein. In diesem Fall wird die positive und  
15 negative Versorgungsspannung  $+U_V$  und  $-U_V$  - wie in Fig. 1 gestrichelt eingezeichnet - über die Klemmen 41 und 42 zugeführt. Wenn das im wesentlichen Dreiecksform aufweisende Signal  $u_{13}$  symmetrisch zum Spannungs-Nullpunkt zwischen einem positiven oberen Grenzwert G1 und  
20 einem betragsmäßig gleichgroßen negativen unteren Grenzwert G2 schwankt, kann die erforderliche Verschiebung der Spannung  $u_n$  des R/2R-Netzwerks zu negativen Spannungen in einfacher Weise dadurch erfolgen, daß der Eingang 27 des Spannungskomparators 22 über einen Widerstand 43  
25 mit der die negative Versorgungsspannung  $-U_V$  führenden Klemme 42 verbunden ist und darüber hinaus der Verbindungspunkt 44 der Widerstände 34 und 35 über einen weiteren Widerstand 45 ebenfalls an die Klemme 42 angeschlossen ist. Dies ist in Fig. 1 gestrichelt eingezeichnet.

30 Der Spannungskomparator 22 kann durch einen eingangsseitigen Operationsverstärker sowie eine nachgeschaltete Impulsformerschaltung realisiert sein, wobei die Impulsformerschaltung aus jedem, bei Gleichheit der Spannungen  
35  $u_{13}$  und  $u_n$  am Eingang des Spannungskomparators 22 bzw. des eingangsseitigen Operationsverstärkers im Spannungskomparator 22 auftretenden Signalwechsel einen zum An-

steuern des Zähleingangs 25 des Vor-Rückwärts-Zählers 26 geeigneten Impuls herleitet.

Das in Fig. 2 dargestellte Impulsdiagramm veranschaulicht die Wirkungsweise der Impulsvervielfacherschaltung B. Das am Ausgang 15 des Grenzwertgliedes 14 auftretende Signal  $u_{14}$  in Form eines Impulszuges aus Rechtecksignalen, dessen Frequenz der den drei Netzphasen R, S, T entnommenen Leistung proportional ist, ist in Zeile 3 der Fig. 2 dargestellt. In Zeile 1 der Fig. 2 ist das im wesentlichen Dreiecksform aufweisende Signal  $u_{13}$  am Ausgang des Integrators 13 dargestellt. Das Signal  $u_{13}$  bewegt sich zwischen den durch das Grenzwertglied 14 vorgegebenen Grenzwerten  $G_1$  und  $G_2$ , wobei die zu den Zeitpunkten  $t_0$ ,  $t_1$  und  $t_2$  auftretende Extrema des Signals  $u_{13}$  natürlich zeitlich mit dem Signalwechsel des Signals  $u_{14}$  zusammenfallen. Aus der ansteigenden Flanke des Signals  $u_{14}$  wird im Zeitpunkt  $t_0$  durch das Differenzierglied 39 ein Impuls  $i_1$  des am Rückstelleingang R des Vor-Rückwärts-Zählers 26 anstehenden Signals  $u_R$  gewonnen, wodurch der Vor-Rückwärts-Zähler 26 auf den Wert 0 gesetzt wird. Dem Wert 0 des Vor-Rückwärts-Zählers 26 entspricht der ausgangsseitige Spannungswert  $u_0$  des vom R/R2-Netzwerks gelieferten Signals  $u_n$  am anderen Eingang des Spannungskomparators 22. Der Spannungswert  $u_0$  liegt um  $\frac{\Delta u}{2}$  über dem dem unteren Grenzwert  $G_2$  entsprechenden Minimum des Ausgangssignals  $u_{13}$  des Integrators 13. Sobald das ansteigende Signal  $u_{13}$  den Spannungswert  $u_0$  erreicht, entsteht am Ausgang 24 des Spannungskomparators 22 der Impuls 1 des in Zeile 2 der Fig. 2 dargestellten Impulszuges  $u_p$ . Dieser Impuls 1 erscheint am Ausgang 40 der Impulsvervielfacherschaltung B und bewirkt gleichzeitig über den Zähleingang 25 des Vor-Rückwärts-Zählers 26 das Weiterschalten auf den Wert 1. Die vorerwähnte Spannungsdifferenz  $\Delta u$  entspricht der Höhe einer der untereinander sich um diese Spannungsdifferenz  $\Delta u$  unterscheidenden Spannungsstufen des Signals  $u_n$ . Damit tritt am Binärausgang  $Q_0$  des Vor-Rückwärts-

- 14 - <sup>-13-</sup> VPA 81 P 4029 DE

Zählers 26 ein Signalwechsel von L-Pegel auf H-Pegel auf, woraus über das R/2R-Netzwerk das am Eingang 27 des Spannungskomparators 22 anstehende Signal  $u_n$  um den Wert  $\Delta u$  auf den Spannungswert  $u_1$  angehoben wird. Da  
5 das Signal  $u_{13}$  kontinuierlich ansteigt, wird dieses schließlich auch den Wert  $u_1$  erreichen, worauf der Impuls 2 des Impulszuges  $u_p$  entsteht, das den Inhalt des Vor-Rückwärts-Zählers 26 auf den Wert 2 erhöht. Dieser Wirkungsablauf wiederholt sich nun bis schließlich der Vor-  
10 Rückwärts-Zähler 26 einen Maximalinhalt von 15 erreicht, worauf das Signal  $u_n$  den Spannungswert  $u_{15}$  annimmt. Sobald das Signal  $u_{13}$  diesen Spannungswert  $u_{15}$  erreicht hat, setzt der dabei am Ausgang 24 des Spannungskomparators 22 entstehende nächste Impuls den Vor-Rückwärts-  
15 Zähler 26 auf den Wert 0. Das Signal  $u_n$  fällt damit auf den Spannungswert  $u_0$  zurück. Der Wert  $u_{15}$  liegt um  $\Delta u/2$  niedriger als das zum Zeitpunkt  $t_1$  auftretende Maximum des dreieckförmigen Signals  $u_{13}$ . In diesem Zeitpunkt  $t_1$  wird aus der abfallenden Flanke des in Zeile 3, Fig. 2  
20 dargestellten Signals  $u_{14}$  über das Invertierglied 38 und das Differenzierglied 37 ein Impuls  $i_2$  des am Setzeingang SZ des Vor-Rückwärts-Zählers 26 anstehenden Signales  $U_S$  hergeleitet. Dadurch wird der Vor-Rückwärts-Zähler 26 auf seinen Maximalwert von 15 gesetzt, was am  
25 Eingang 27 des Spannungskomparators 22 die erneute Anhebung des Signals  $u_n$  auf den Spannungswert  $u_{15}$  bewirkt. Da die Spannung des Signals  $u_{13}$  nunmehr abnimmt, tritt dann, wenn das Signal  $u_{13}$  den Spannungswert  $u_{15}$  erreicht, der mit 17 bezeichnete Impuls des Impulszuges  $u_p$  auf. Da  
30 das Signal  $u_{14}$  nach Erreichen des oberen Grenzwertes  $G_1$  auf L-Pegel abgefallen ist, ist nunmehr der Vor-Rückwärts-Zähler 26 über den Zählrichtungseingang V/R auf "Abwärtszählung" umgestellt. Damit bewirkt der Impuls 17 des Impulszuges  $u_p$  die Verringerung des Inhaltes des Vor-  
35 Rückwärts-Zählers 26 auf den Wert 14. Dies zieht eine entsprechende Verringerung des Signals  $u_n$  nach sich. Dies setzt sich nun stufenweise fort, bis der Vor-Rück-

- 12 - <sup>-14-</sup>

VPA 81 P 4029 DE

- wärts-Zähler 26 wieder den Wert 0 aufweist. Durch den Impuls 32 des Impulszuges  $u_p$  wird durch den nächsten am Zähleringang 25 des Vor-Rückwärts-Zählers 26 eingehenden Impuls dieser auf den Wert 15 "Hochgezählt". Aus der
- 5 ansteigenden Flanke des Signals  $u_{14}$  wird nunmehr im Zeitpunkt  $t_2$  wiederum über das Differenzierglied 39 ein Impuls  $i_3$  des am Eingang R des Vor-Rückwärts-Zählers 26 anstehenden Signals  $u_R$  erzeugt, wodurch der Vor-Rückwärts-Zähler 26 auf den Wert 0 zurückgesetzt wird, worauf
- 10 das Signal  $u_n$  wieder auf den Spannungspegel  $u_0$  zurückfällt. Damit kann ein neuer Arbeitszyklus der Impulsvervielfacherschaltung 2 beginnen. Damit treten nunmehr durch die Wirkung der Impulsvervielfacherschaltung B in der Zeitspanne  $t_2 - t_0$  zwischen zwei Minima des Signals  $u_{13}$
- 15 32 Impulse des Impulszuges  $u_p$  am Ausgang 40 auf. Das bedeutet gegenüber dem einzigen Impuls  $u_{14}$  in dieser Zeitspanne  $t_2 - t_0$  eine Verzweihunddreissigfachung der leistungsproportionalen Frequenz.
- 20 Durch Verwendung eines Vor-Rückwärts-Zählers mit größerem oder kleinerem maximalen Speicherinhalt kann eine entsprechende Vergrößerung bzw. Verkleinerung der in diese Zeitspanne fallenden Impulszahl am Ausgang 40 der Impulsvervielfacherschaltung erreicht werden.

5 Patentansprüche

2 Figuren



-15-  
Leerseite

Nummer: 31 15522  
 Int. Cl.<sup>3</sup>: G01 R 11/00  
 Anmeldetag: 16. April 1981  
 Offenlegungstag: 4. November 1982

31 15522

81 P 4 0 2 9 DE

1/2 - 17 -

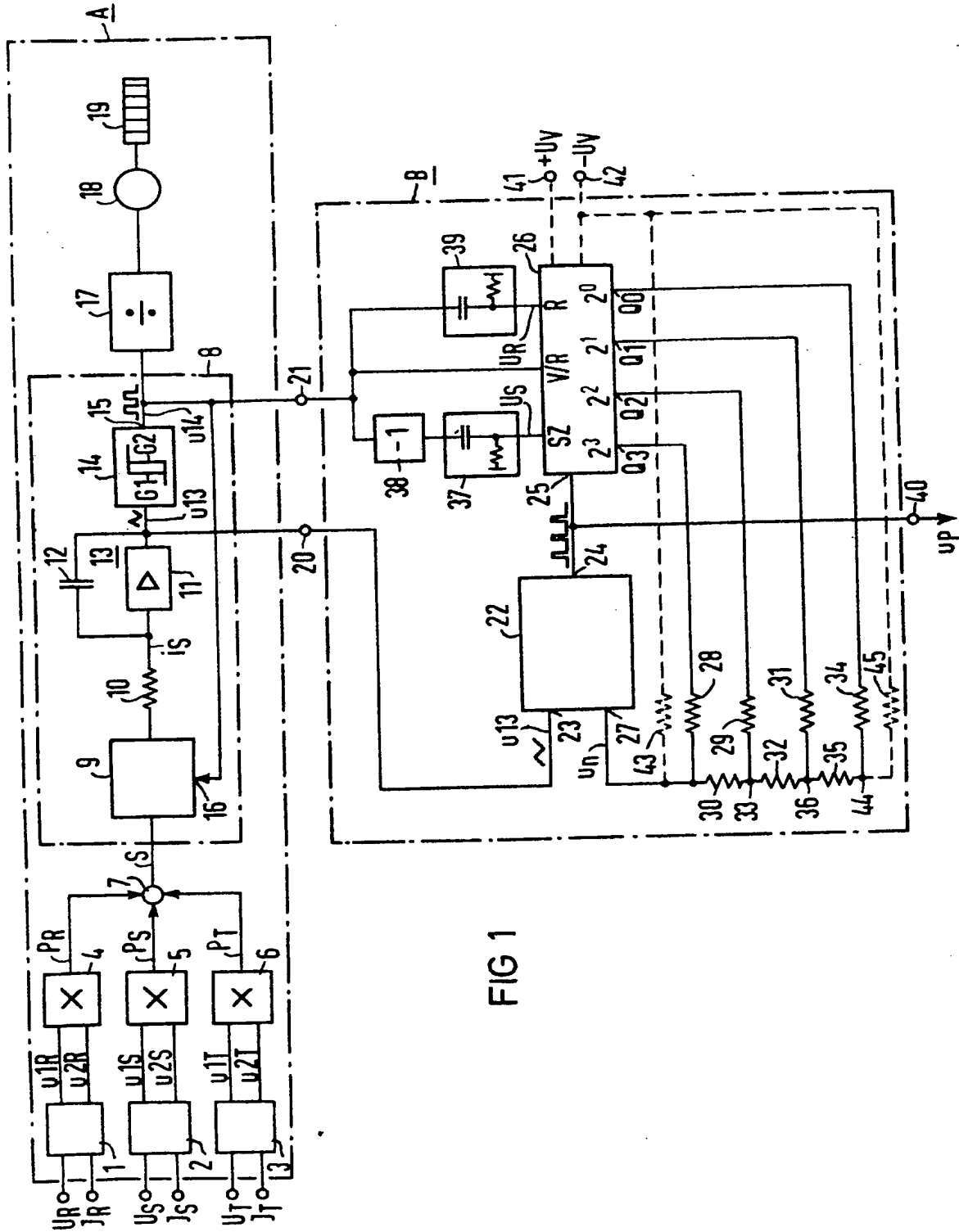


FIG 1

FIG 2

